

## 子宮頸部癌 腔內 放射線 照射裝置에 依한 直腸 및 膀胱의 被曝線量 評價

延世大學校 醫科大學 治療放射線科

秋成實 · 吳源容 · 徐昌玉 · 金貴彦

= Abstract =

### Dose Distribution of Rectum and Bladder in Intracavitary Irradiation

S.S. Chu, Ph.D., W.Y. Oh, M.D., C.O. Suh, M.D., G.E. Kim, M.D.

*Department of Radiation Oncology, College of Medicine, Yonsei University,  
Yonsei Cancer Center*

The intrauterine irradiation is essential to achieve adequate tumor dose to central tumor mass of uterine malignancy in radiotherapy.

The complications of pelvic organ are known to be directly related to radiation dose and physical parameters.

The simulation radiogram and medical records of 203 patients who were treated with intrauterine irradiation from Feb. 1983 to Oct. 1983, were critically analyzed.

The physical parameters to include distances between lateral walls of vaginal fornices, longitudinal and lateral angles of tandem applicator to the body axis, the distance from the external os of uterine cervix to the central axis of ovoids were measured for low dose rate irradiation system and high dose rate remote control afterloading system.

The radiation doses and dose distributions within cervical area including interesting points and bladder, rectum, according to sources arrangement and location of applicator, were estimated with personal computer.

Followings were summary of study results;

1. In distances between lateral walls of vaginal fornices, the low dose rate system showed as 4~7 cm width and high dose rate system showed as 5~6 cm.
2. In horizontal angulation of tandem to body axis, the low dose rate system revealed mid position 64.6%, left deviation 19.2% and right deviation 16.2%.
3. In longitudinal angulation of tandem to body axis, the mid position was 11.8% and anterior angulation 88.2% in low dose rate system but in high dose rate system, anterior angulation was 98.5%.
4. Down ward displacement of ovoids below external os was only 3% in low dose rate system and 66.7% in high dose rate system.
5. In radiation source arrangement, the most activities of tandem and ovoid were 35 by 30 in low dose rate system but 50 by 40 in high dose rate system.
6. In low and high dose rate system, the total doses and TDF were 80, 70 Gy and 141, 123, including 40 Gy external irradiation.

본 논문은 1985년도 교수연구비에 의해 이루어 졌음.

7. The doses and TDF in interesting points Co, B, were 98, 47 Gy and 230, 73 in high dose rate system but in low dose rate system, 125, 52 Gy and 262, 75 respectively.

8. Doses and TDF in bladder and rectum were 70, 68 Gy and 124, 120 in low dose rate system, but in high dose rate system, 58, 64 Gy and 98, 110 respectively, and then grades of injuries in bladder and rectum were 25, 30% and 18, 23% respectively.

## 緒 論

子宮頸部癌治療를 위한 放射線 照射方法은 病期와 病巢에 따라 여러 種類의 方法으로 開發되어 왔으며 그중 外部 放射線 照射와 腔內照射를 並行治療함으로써 治療效果를 상당히 向上시키고 있다.

腔內 放射線 治療는 線源을 直接 腔內 挿入하므로서 腫瘍內 集中照射가 可能하고 周圍 健康組織의 線量을 急激히 減少시키는 長點을 갖었으나 線源의 排列과 位置에 따라 周圍 線量分布 變動이 甚하므로 正確한 位置選定과 計算이 必要하며 關心點에 對한 線量誤差가 상당히 크기 때문에 客觀的 評價가 매우 困難하다.

그러나 周圍 臟器中 膀胱과 直腸은 放射線 障害에 敏感하므로 주어진 線量을 正確히 測定하고 內容線量을 超過하지 않도록 治療計劃을 樹立하는 것이 治療效果에 큰 도움을 줄 수 있다.

著者들은 國內에서 使用하고 있는 放射線 腔內照射 裝置의 種類와 配置, 線量率 및 線源排列에 따른 子宮 周圍의 線量分布와 直腸, 膀胱의 被曝線量을 計算測定하고 評價함으로써 더욱 向上된 放射線 治療方法을 開發하는데 도움이 될 수 있다고 生覺한다.

## 研究對象과 方法

### 1. 研究資料

本 研究의 調查對象은 1983年 2月부터 1983年 10月까지 約 9個月間 本院에서 使用하고 있는 高線量率 遠隔操縱 아프트로딩 시스템(Toshiba 202, 7 Ci)을 使用하여 子宮頸部癌 治療를 받은 138名과 低線量率 아프트로딩 器具(Henschke 및 Fletcher applicator)를 使用한 68名, 合計 206名의 患者를 選定하여 調查對象으로 하였으며 ovoid 또는 tandem 單獨으로 使用治療한 患者는 除外되었다.

患者의 分類, 放射線 照射方法, 線源排列, 腔圓蓋部의 幅, 子宮軸의 左右, 前後의 屈折, ovoid 間隔, 線量率, 線量分布, 主要 關心點의 線量 및 後遺症等의 計

算과 評價는 各 患者의 治療 病歷誌와 治療線量 計劃 및 simulation 寫眞을 利用하였다.

### 2. 測定方法

高線量率 遠隔操縱 아프트로딩에 使用한 線源은 1 mm $\phi$ ×1 mm 인 Co-60 點線源으로서 tandem에 3 Ci 兩側 ovoid에 各各 2 Ci의 放射能을 가진 3部分의 線源棒(2 mm $\phi$ ×1.5 cm)으로 構成되었으며 低線量率 아프트로딩 器具에 使用한 線源은 2 mm $\phi$ ×1.5 cm 인 Cs-137 또는 Ra-226의 線形 線源으로서 放射能이 10~20 mCi-Ra-eq 로 構成되었다.

子宮 및 病巢의 治療 關心點이 되는 A point는 Fig. 1과 같이 平面寫眞에서 子宮頸部 中央에서 子宮軸으로

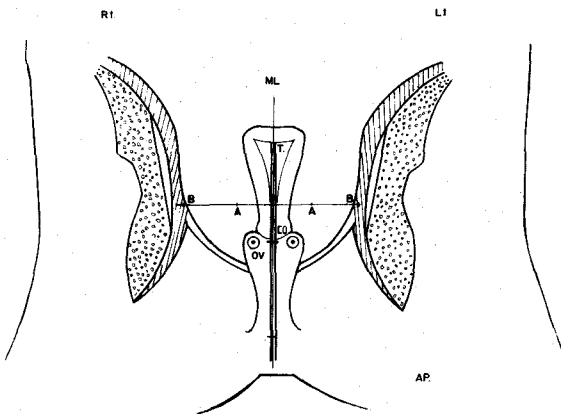


Fig. 1. Designation of interesting points A, B, Co, for radiation treatment of cervical cancer.

上側 2 cm, 左右側 2 cm 되는 點으로 定하였고 周圍 轉移 可能部位의 線量 被曝點이 되는 關心點, B point는 子宮頸部 中央에서 體軸을 따라 上側 2 cm, 左右側 5 cm 되는 點으로 定하여 졌다.

膀胱과 直腸의 被曝을 代表하는 關心點은 Fig. 2와 같이 옆면 사진에서 Foley catheter를 膀胱에 넣고 約 7 cc의 造影劑를 注入 balloon 시킨 中央을 膀胱의 平均 被曝地點(BL)으로 定하였으며 바람 造影劑를 注入한 直腸은 Fig. 2의 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>點과 같고 R<sub>1</sub>點은 子

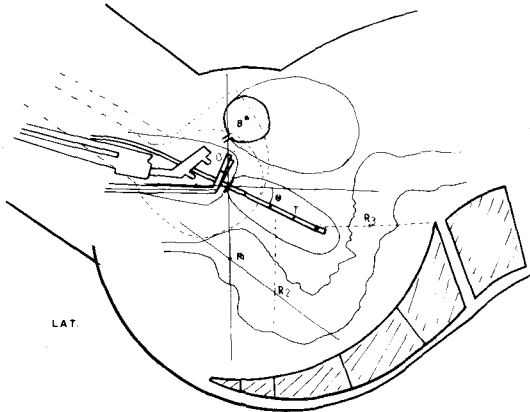


Fig. 2. Designation of interesting points for bladder and rectum to evaluate of injury.

宮頸部 中心點의 垂直下方向線과 腔內로부터 直腸 中央點을 지나는 線의 交叉點으로 定하였으며 R<sub>2</sub>點은 tandem 中央線과 直腸 中央과의 交叉點, 그리고 R<sub>3</sub>는 tandem 끝 線源과 promontory processus 間的 中央地 點으로 結定하였다.

高線量率에 依한 關心點의 線量計算과 測定은 Fig. 3, 4와 같이 A-P, Lat, simulation 寫眞을 實際 크기로 縮少시켜 計算 測定하였으며 低線量에 對한 線量計算은 Fig. 5, 6과 같은 simulation 寫眞에 依하여 測定 하였다.

正面 X線撮影 필름에서 子宮軸의 左右傾斜를 測定 하여 體軸을 中心으로 左右角이 0°에서 9°까지는 中位, 左側으로 傾斜角이 9°以上일 때는 左側傾斜, 右側으로 傾斜角이 9°以上일 때는 右側傾斜로 分類하였다.

側面 X線撮影 필름에서 子宮頸部의 external os에서 internal os 쪽으로 2 cm 되는 곳을 直線으로 連結

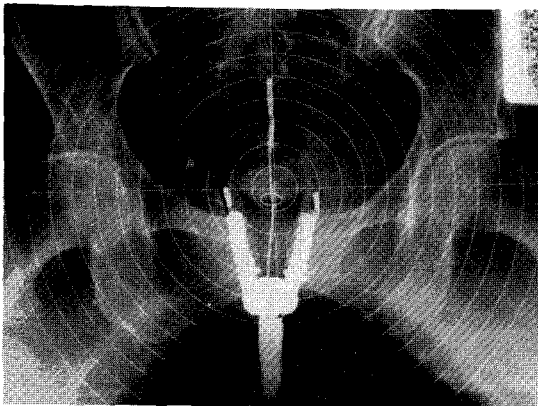


Fig. 3. A-P simulation radiogram of high dose rate applicator.

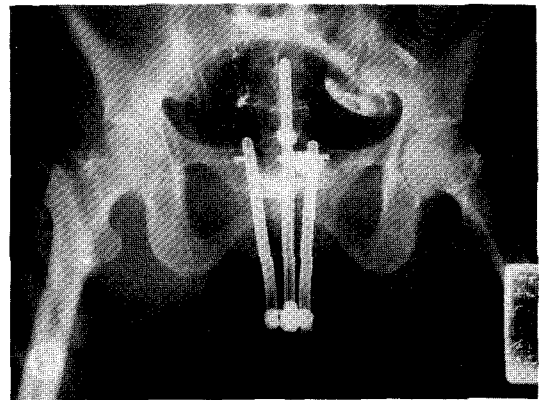


Fig. 5. A-P simulation radiogram of low dose rate applicator.



Fig. 4. Lateral simulation radiogram of high dose rate applicator.

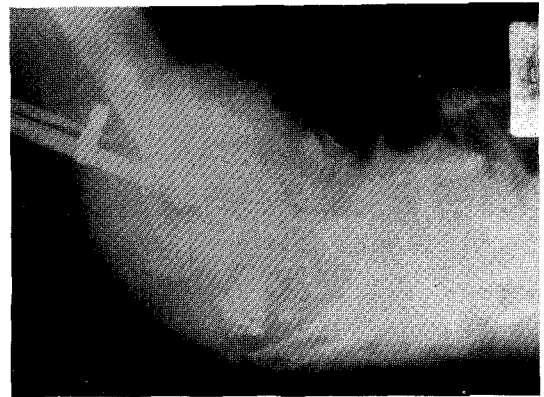


Fig. 6. Lateral simulation radiogram of low dose rate applicator.

하고 이 直線의 延長線을 子宮軸으로 하여 이 子宮軸이 身體의 中央長軸보다 後面으로 傾斜된角을 “-”로 表示하고 身體의 中央長軸보다 前面으로 傾斜된 角을 “+”로 表示하였다.

子宮軸의 기울기 角이 -4°에서 5°까지는 中位로 分類하고 6°以上 前面으로 기운 것을 前屈, -5°以上 後面으로 기운 것을 後屈로 各各 表示하였다.

腔圓蓋部의 幅은 兩側 ovoid의 外側 腔壁과 接한 部分까지의 距離를 測定하였다.

子宮頸部의 external os點과 양쪽 ovoid中心軸 連結點의 位置가 external os點으로부터 Y座標上 上部이면 “-”로 表示하였고 下部이면 “+”로 表示하여 分類하였다.

腔內照射 器具에 依한 關心點, A, B, Co 및 膀胱, 直腸의 線量計算은 personal computer(Apple II)에 依하여 다음과 같은 數式을 入力시켰다.

高線量率 點線源일 때는 關心點의 線量率  $D_H$ 는

$$D_H = \frac{Af\Gamma}{r^2} F(t)W(d) \dots\dots\dots(1)$$

여기서 A는 activity(mCi),  $\Gamma$ 는 gamma factor, f는 rad/R factor, F는 filter의 吸收率, W는 組織의 吸收率이다.

低線量率 線形線源은 約 10個의 點線源으로 分離 計算하였으며 이때 關心點의 線量率  $D_L$ 는

$$D_L = Af\Gamma \sum_{i=1}^n \frac{F(t_i) \cdot W(d_i)}{r_i^2} \dots\dots\dots(2)$$

여기서  $r_i$ 는 各 點線源으로 부터의 距離이다.

各 關心點의 等線量 效果(Isoeffect)를 計算하기 爲하여 Ellis 및 Orton의 TDF(Time dose fractionation)를 利用하였다.

高線量率 TDF<sub>H</sub>와 低線量率 TDF<sub>L</sub>는

$$TDF_H = A \cdot n \cdot d^{1.533} \cdot I^{-0.169} \dots\dots\dots(3)$$

$$TDF_L = B \cdot r^{1.35} \cdot T \dots\dots\dots(4)$$

여기서 A와 B는 常數로서 各各  $1.7 \times 10^{-3}$ 와 210이고 n는 分割回數, d(CGy)는 dose/fr, I(day)는 interval/fr, r는 dose rate(CGy/hr), T는 total time(hr)로 表示하였다.

各 關心點의 컴퓨터 計算值를 確認하기 爲하여 Fig. 7와 같이 腔內 測定用 probe(PR-0.5P, 0.5 cm × 1.5 cm)를 膀胱과 直腸에 挿入하여 各 地點의 線量率을 測定比較하였다.

### 結 果

調査對象 子宮頸部癌 患者 206名에 對한 病期別 分

Table 1. Distribution of stage

Stage	Low dose rate	High dose rate
I	4( 5.9)	9( 6.5)
II	49( 72.0)	78( 56.5)
III	15( 22.1)	51( 37.0)
Total	68(100.0)	138(100.0)

Table 2. Relation of width of vaginal fornix to irradiation methods

Method	Low dose rate	High dose rate
Width(cm)		
3.0~3.9	7( 10.3)	—
4.0~4.9	7( 10.3)	26( 18.8)
5.0~5.9	38( 55.9)	110( 79.7)
6.0~6.9	16( 23.5)	2( 1.5)
Total	68(100.0)	138(100.0)

p<0.01 ( ): %

布는 Table 1과 같았으며 低線量率에서 病期 II가 72.0%, 病期 III이 22.1%에 比하여 高線量率法에서는 病期 II가 56.5%, 病期 III이 37.0%로서 比率分布間의 有意한 差異를 辨 數 無었다(p>0.05).

#### 1. 高線量率 方法과 低線量率 方法에 따른 腔圓蓋部의 幅 測定值

放射線 照射方法에 따른 腔圓蓋部 幅의 測定值들은 Table 2와 같이 低線量率法에서는 腔圓蓋部 幅의 測定

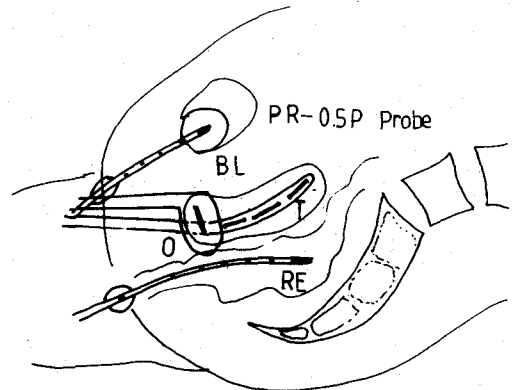


Fig. 7. Dosimetry for radiation exposure of rectum and bladder with intracavitary measurement probe.

**Table 3.** Relation of horizontal angulation of tandem to irradiation methods

Methods Leaning	Low dose rate	High dose rate
Right-deviation		
0~19°	11( 16.2)	14( 10.1)
Middle		
0~ 9°	44( 64.6)	67( 48.6)
Left-deviation		
10~19°	11( 16.2)	32( 23.2)
20~29°	1( 1.5)	11( 8.0)
30~39°	1( 1.5)	14( 10.1)
Total	68(100.0)	138(100.0)
p<0.05	( ): %	

**Table 4.** Relation of vertical angulation of tandem to irradiation methods

Method Leaning	Low dose rate	High dose rate
Anteverted		
Over 36°	3( 4.4)	—
35~26°	9( 13.2)	—
25~16°	23( 33.8)	—
15~ 6°	25( 36.8)	2( 1.5)
Upright		
5~(- 4°)	8( 11.8)	—
Retroverted		
- 5~(-14°)	—	36( 26.1)
-15~(-24°)	—	55( 39.8)
over(-25°)	—	45( 32.6)
Total	68(100.0)	138(100.0)
p<0.01	( ): %	

값가 3 cm 에서 7 cm 까지 比較的 고르게 分布되었으나 그중 5.0~5.9 cm 가 55.9%로 가장 많았다.

이에 비하여 高線量率法은 測定值가 集中되어 있는데 5.0~5.9 cm 가 79.7%로 가장 높은 分布를 보였고 그 다음이 4.0~4.9 cm 로 18.8%를 나타내었다.

## 2. 照射方法에 따른 tandem 의 左右 傾斜方向

低線量率 照射方法에서 中位가 64.6%로 가장 많고 左側傾斜가 19.2%, 右側 傾斜 16.2%順이었다.

**Table 5.** Relation of displacement between ovoids and external os to irradiation methods

Method Displace(cm)	Low dose rate	High dose rate
over -1.5	15( 22.1)	—
-1.4~(-1.0)	22( 32.3)	4( 2.9)
-0.9~(-0.5)	19( 27.9)	14( 10.1)
-0.4~0	10( 14.7)	28( 20.3)
0.1~0.5	—	31( 22.5)
0.6~1.0	1( 1.5)	43( 31.1)
over 1.1	1( 1.5)	18( 13.1)
Total	68(100.0)	138(100.0)
p<0.01	( ): %	

高線量率 照射方法은 中位 48.6%, 左側傾斜 41.3%, 右側傾斜 10.1%順이었으나 低線量率의 경우 左右 傾斜差異는 左側傾斜數가 右側傾斜數 보다 2% 더 많은 데 비해 高線量率 方法에서는 右側이 左側의 4배가 되어 統計的으로 有意한 差異를 보였다(p<0.05).

이와같은 現象은 두 system 사이에 applicator의 物理的 形態에 關係된다고 生覺된다(Table 3).

## 3. 照射方法에 따른 子宮軸의 方向變化 差異

調査數 206名에 對한 放射線 照射方法에 따른 子宮軸의 方向變化 差異는 Table 4와 같이 低線量率 方法에 의한 子宮軸은 中位 8件(11.8%)을 除外한 나머지 모두가 前屈이었고 高線量率 方法은 前屈 2件(1.5%)을 除外한 나머지가 後屈이었다.

이와같은 큰 差異도 두 system 사이에 applicator의 物理的 形態差에 起因한다고 生覺된다.

## 4. 照射方法에 따른 os 點과 兩 ovoid 中心軸 連結點 距離變化

兩 ovoid 中心軸의 連結點이 Y座標上 “+”값인 境遇, 卽 子宮頸部 보다 위쪽에 位置한 境遇 子宮頸部와 距離를 “-”로 나타내고 그 反對인 境遇 距離를 “+”로 表示하여 子宮頸部の 兩 ovoid 中心軸 連結點까지 距離를 Table 5와 같이 測定하였다.

低線量率 方法에서는 調査數 68件中 2件(3.0%)만이 ovoid 中心軸이 子宮頸部の 下部(“-”)에 位置하였고 高線量率 方法에서는 全體 調査數 138件中 66.7%인 92件에서 ovoid 中心軸이 子宮頸部の 下側に 位置하였다.

Table 6. Sources arrangement

Load(tandem/ovoid)	30/30	35/30	40/40	50/40	30/40	other
Low dose rate(%)	10.4	36.3	33.7	5.5	9.1	5.0
High dose rate(%)	—	—	15.0	64.8	10.2	10.0
		15		20		
		10		10		
		10		10		
		—		10		
Arrangement		15~15		20~20		

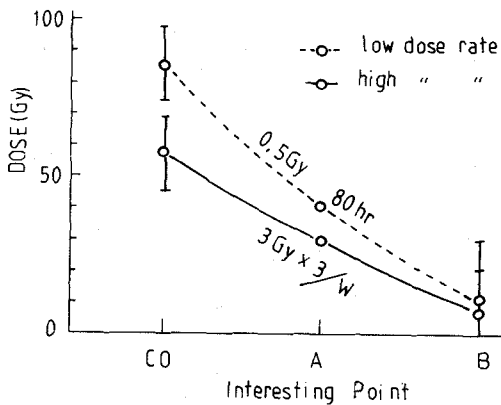
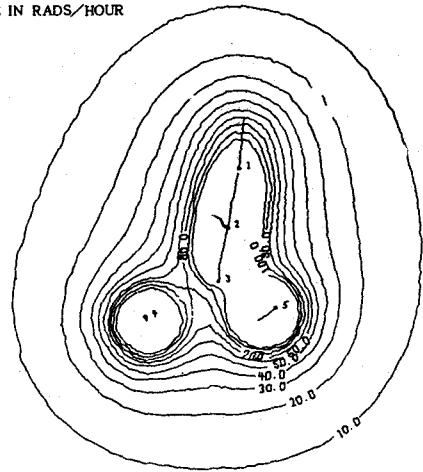


Fig. 8. Dosage of interesting points, Co, A, B for low and high dose rate applicators.

TANDEM	OVOID
1. 15.0 mR Raq	4.15.0 mR Raq
2. 10.0 mR Raq	5.15.0 mR Raq
3. 10.0 mR Raq	

DOSAGE IN RADS/HOUR



CORONAL PLANE

Fig. 9. Coronal plane isodose curve of intracavitary irradiation.

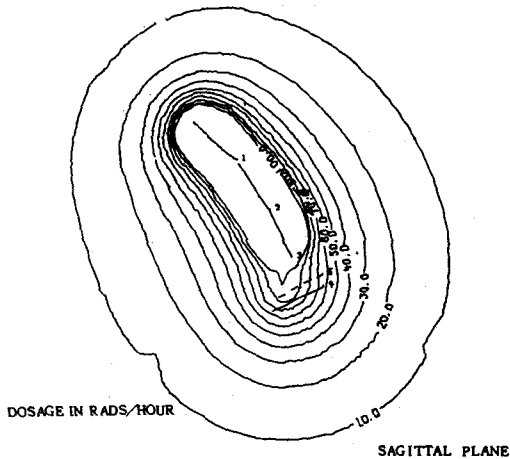
이와같은 現象도 두 system 間의 applicator 의 形態 差異에서 起因된다고 生覺된다.

5. 線源排列과 腔內 線量分布

腔內插入 照射는 部分的으로 強한 線量이 投與되므로 病巢位置와 模樣에 따라 理想的인 線量分布가 되도록 가장 適當한 線源排列이 要求된다.

低線量率 照射器具에 依한 tandem 과 ovoid 의 線源排列은 35(15, 10, 10)對 30(15, 15)의 比率이 36.3%로 가장 많으며 高線量率 照射裝置에 依한 tandem 과 ovoid 의 線源排列은 50(20, 10, 10, 10)對 40(20, 20)의

TANDEM	OVOID
1. 15.0 mR Raq	4. 15.0 mR Raq
2. 10.0 mR Raq	5. 15.0 mR Raq
3. 10.0 mR Raq	



SAGITTAL PLANE

Fig. 10. Sagittal plane isodose curve of intracavitary irradiation.

比率이 64.8%로서 大部分을 차지하고 있다(Table 6).

Fig. 8은 線源排列이 다른 高線量과 低線量率에 의한 A, B 및 Co 點의 線量率을 表示한 것으로서 A 點의 平均線量은 高線量率이 30 Gy, 低線量率이 40 Gy 였으며 Co 點의 線量差異가 比較의 크고 A : Co : B의 比率는 各各 1 : 2 : 1/4과 1 : 2 : 1/3이였으며 A-P, Lat.에 對한 全體의 等線量 分布曲線은 컴퓨터에 依하여 各各 Fig. 9, 10과 같이 作圖되었다.

### 6. 膀胱과 直腸의 線量分布

腔內照射 方法에서 線源은 近接照射이므로 距離에 따른 線量의 變化率이 逆自乘法則에 依하여 매우 크기 때문에 膀胱과 直腸의 線量を 評價하는 關心點과 腔內照射 器具의 位置에 따라 相當한 線量變動이 豫測되므로 關心點과 照射器具를 거의 一定하게 定하고 計算하였다.

Fig. 11은 關心點 A에 10 Gy 를 照射하였을 때 膀

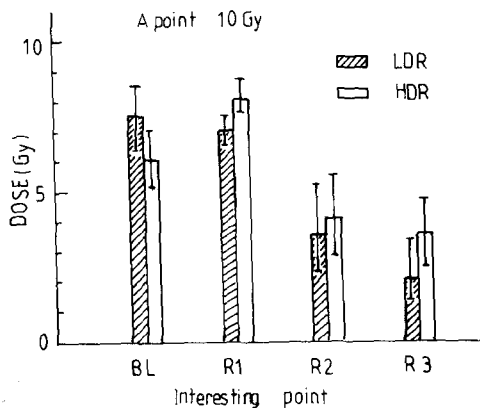


Fig. 11. Dose ratio of bladder, rectum to A point in low and high dose rate applicators.

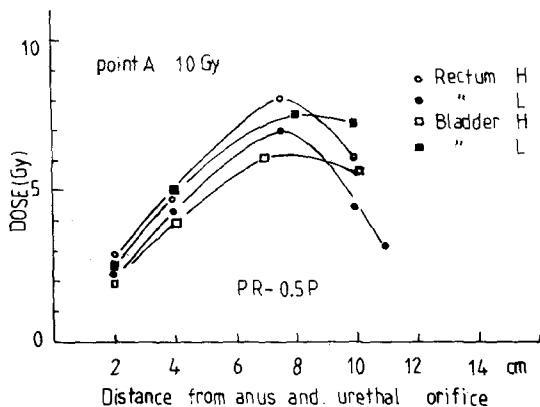


Fig. 12. Dosages for distance from anus and urethral orifice.

胱과 直腸의 關心點 BL, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>에 投與되는 線量を 比較한 것으로서 低線量率과 高線量率에서 各各 7.5, 7.0, 3.5, 2.0 Gy와 6.0, 8.0, 4.0, 3.5 Gy의 平均値를 나타내었으며 低線量率은 高線量率보다 膀胱의 線량이 많지만 直腸의 線量은 다소 적은 편이었다.

Fig. 12는 腔內에서부터 直腸內로, 그리고 尿導入口에서 膀胱으로 距離에 따른 線量を 이은 chamber(PR-0.5 P)로 測定한 것으로서 入口에서 7 cm 程度에 가장 많은 線량이 測定되었고 高線量率에서는 直腸이 低線量率에서는 膀胱이 보다 많은 線량이 附與되었다.

Fig. 13은 腔內照射를 받은 子宮頸部癌患者들에 對한 膀胱과 直腸의 線量を 計算한 것으로서 關心點 A에 10 Gy 를 照射하였을 때 高線量率에 依한 直腸의 線量率이 8.0 Gy 인 患者는 거의 40%에 이르지만 標準偏差는 約 20%로서 誤差의 範圍가 넓고 低線量率에 依한 膀胱의 線량이 7.5 Gy 인 患者는 거의 42%에 該當되며 標準偏差가 約 11%로서 誤差의 範圍가 다소 적은 편이었다.

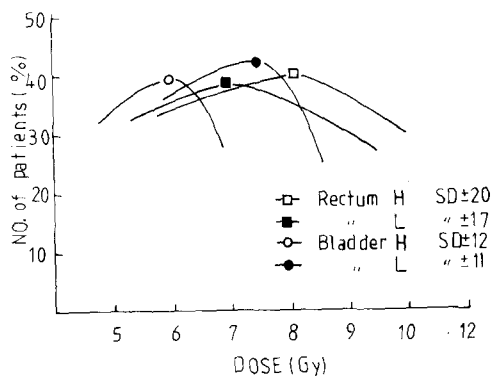


Fig. 13. Dosage of rectum and bladder for patients.

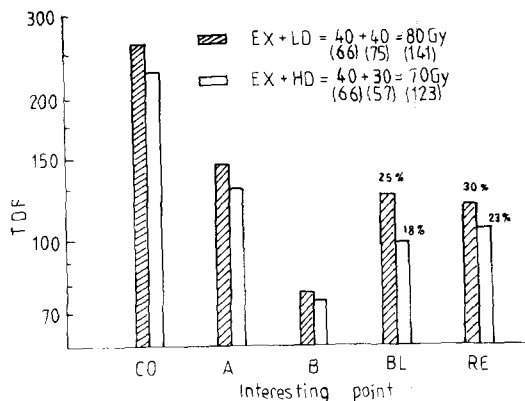


Fig. 14. Time dose fractionation of interesting points for combination with external and intracavitary irradiation.

膀胱과 直腸의 損傷評價는 生物學的인 效果를 勘案한 等線量 效果(Isoeffect)에 依하며 이를 TDF(Time dose fractionation)의 數值로 表示하고 있다.

Fig. 14는 子宮頸部癌 治療에서 外部照射를 한 후 低線量率 또는 高線量率 腔內照射를 並行하였을 때 關心點의 線量과 等線量 效果를 表示한 것이다.

外部照射 40 Gy와 低線量率 腔內照射 40 Gy 合計 80 Gy 를 照射하였을 때 TDF는 各各 66, 75로서 合計 141이 되었으며 外部照射 40 Gy와 高線量率 照射 30 Gy 合計 70 Gy 를 照射하였을 때 TDF는 66, 57로서 合計 123이 되었다.

또한 Co點, B點, 膀胱 및 直腸의 TDF는 低線量率 照射時 各各 262, 75, 124, 120이었으며 高線量率 照射時는 各各 230, 73, 98, 110이다.

膀胱과 直腸의 損傷率은 Fig. 15와 같은 Pourquier (1982)의 比較表를 引用하면 膀胱과 直腸의 損傷率은 低線量率이 各各 25, 30%로서 高線量率 照射로 因한

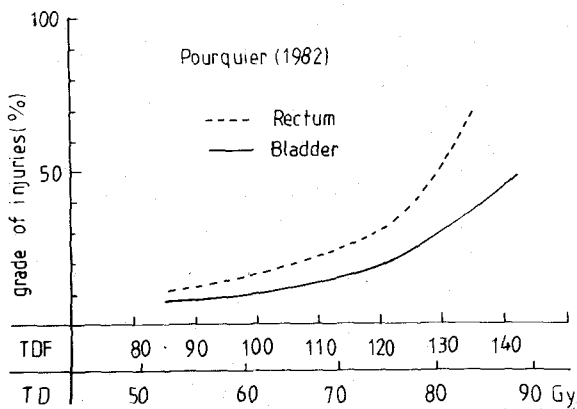


Fig. 15. Grade of injuries of rectum and bladder for TDF and dosage.

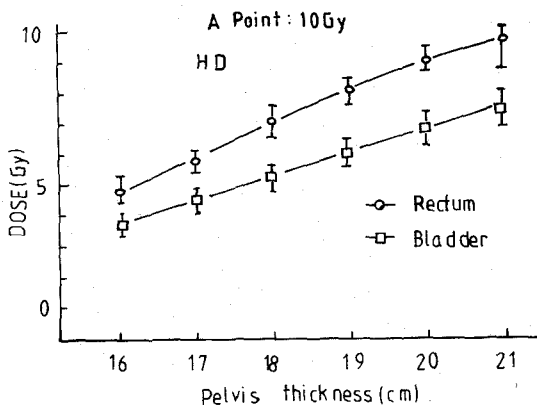


Fig. 16. Dosage of rectum and bladder according to pelvis thickness.

18, 23%보다 더 淸하게 나타날 수 있었다.

Fig. 16은 骨盤의 두께에 따른 直腸과 膀胱의 線量을 表示한 것으로서 骨盤이 두꺼울 수록 線量이 增加되고 있다.

## 考 察

子宮頸部癌 治療에 있어서 放射線 治療法은 效果的인 方法으로 알려져졌으며 Cunningham(1979) 등은 子宮頸部癌全期를 合한 局所 腫瘍除去率이 75~80%라고 하였다.

그러나 外部 放射線 照射로 因한 膀胱, 直腸等 周圍藏器의 被曝이 增加되므로 1930年代 初에 外部照射와 腔內照射 方法을 並行施行하므로써 比較的 確固한 治療成果를 얻을 수 있었다.

低線量率 腔內照射는 Paterson(1934) 등이 Ra-226 및 Cs-137을 利用한 Manchester法을 開發하여 現在까지 美國을 비롯한 各國에서 利用되고 이어서 1960年初 Henschke(1963), O'Connell(1967) 등이 腔內 放射線治療時 施術者들의 放射線 被曝을 減小시키기 위하여 아프트로딩式을 開發하여 使用하였으며 最近 코발트60等 高線量率 線源을 利用한 遠隔操縱 아프트로딩 시스템이 導入 使用되고 있다.

子宮頸部癌 腔內 放射線 治療時 子宮隣接器管인 直腸 및 膀胱의 損傷이 問題가 되고 있으며 Pourquier (1982), Unal(1979) 등 많은 研究者들은 直腸에 對한 總線量, 線量率, Ra-system의 比對稱, 骨盤感染症, 手術 過去力 등이 直腸, 膀胱의 損傷原因이 된다고 하였으며 그중 直腸에 對한 總線量이 가장 큰 原因이 된다고 하였다.

Joslin(1967) 등은 直腸 및 膀胱의 耐容線量은 低線量에서 6,000~7,000 rads 範圍이고 子宮頸部의 耐容線量은 8,000~9,000 rads이며 陰道蓋部位 腔粘膜은 子宮頸部의 約 2.5倍의 耐容線量을 가졌다고 發表하였다.

따라서 子宮頸部 周圍組織인 病巢部位에는 組織 許容線量 範圍內에서 되도록 많은 線量을 照射시키고 病巢 隣接器管인 直腸과 膀胱等 正常組織에는 적은 線量이 照射될 수 있도록 腔內照射 裝置의 크기, 線源排列, ovoid間隔等 解剖學的인 因子와 線源의 分布 및 放射線 照射方法等を 調整하므로써 所期의 目的을 達成하도록 努力하여야 한다.

著者들은 우선 子宮腔內 解剖學的 位置에 따른 腔內 挿入 器具의 位置를 調査하여 이로 因한 線量分布의



變化關係를 評價하고자 하였다.

腔圓蓋部の 幅이 큰 경우 큰 ovoid 를 挿入하게 되고 反對로 작은 경우에는 작은 ovoid 를 挿入하게 된다.

큰 ovoid 를 挿入할 경우 腔圓蓋部の 線量을 줄이면서 適當한 線量을 照射시킬 수 있으나 작은 ovoid 를 挿入할 때는 腔圓蓋部の 線量이 過大해지기 쉽다.

低線量率 方法에서 腔圓蓋部 幅이 多様な 값을 包인 반면 高線量率에서는 5~6 cm 幅이 가장 많았다.

Tandem 의 左右傾斜 頻度差異는 高線量率에서 左側傾斜가 右側傾斜 보다 4배나 많이 나타났다.

子宮軸의 前後屈에서는 低線量率 照射에서 大部分이 前屈인데 比하여 高線量率은 거의 後屈로 나타나 正反對 現象을 나타내고 있으며 이는 腔內照射 器具의 構成物質 및 挿入方法에 상당한 影響이 있는 것으로 生覺되며 高線量率 照射에서 前屈型 金屬 tandem 을 開發 使用한다면 後屈로 因한 直腸의 被曝을 減少시킬 수 있다고 생각한다.

照射方法에 따른 os 點과 兩 ovoid 中心軸間 距離는 低線量率에서 97%가 ovoid 中心이 子宮頸部 上部側에 位置하였고 高線量率에서는 68%가 子宮頸部 下部側에 ovoid 가 位置하고 있었다.

線源排列는 tandem ovoid 의 放射能이 各各 1:1이 있으며 Co:A:B의 線量比가 8:4:1로 거의 비슷하였다.

關心點 A에 대한 直腸과 膀胱의 線量比率는 子宮頸部癌 放射線 治療에 있어 重要な 意味를 가지고 있다.

Maruyama(1976)는 子宮頸部癌 放射線治療가 完治目的이거나 甚한 症狀을 輕減시키려는 目的이기 때문에 周圍 正常組織이나 器管의 回復 不可能한 損傷을 주어서는 안되며 腫瘍에 最大의 線量을 주면서 周圍 正常組織의 被曝은 最小로 줄일 수 있도록 治療計劃을 樹立하여야 한다고 하였고 直腸의 耐容線量은 6,000 rads 이고 膀胱은 7,000 rads 로 結定하였다.

Pourquier(1982)은 直腸의 總線量이 6,000~7,000 rads 일 때 直腸 損傷率이 5~10%가 되고 7,500 rads 를 超過하면 急激히 增加된다고 하였다.

이러한 事實은 直腸과 膀胱의 線量을 關心點 A에 比하여 減少시키므로써 治療效果를 增加시키는 것인데 Pierquin(1978)은 直腸과 膀胱의 線量은 A線量의 75%라고 報告하였으나 本 研究에서는 各各 73%와 75%로 計算되어 큰 差異는 없었다.

Joslin(1971)는 患者마다 直腸線量率을 줄이기 위하

여 vaginal retractor 를 使用하였을 때 A點에 對한 直腸의 線量比를 52%로 減少시킬 수 있었다.

低線量率 照射는 腔內 packing 을 하고 繼續 挿入 照射하는 反面 高線量率 腔內照射는 腔內 packing 하지 않고 分割照射를 施行하므로 서로의 長短點을 가졌으며 生物學的 等線量 效果는 全體線量만으로 結定할 수 없으며 Ellis(1973)의 TDF(Time dose fractionation)로 比較 檢討하는 것이 바람직하다.

子宮頸部癌 治療에서 低線量率 照射와 高線量率 照射는 모두 外部放射線 照射와 腔內照射를 並行施行하였으며 外部 照射線量은 40 Gy 로 같았으나 腔內照射는 各各 40 Gy 連續照射 및 30 Gy 分割照射를 實施하여 關心點 A의 TDF는 各各 141과 123이었고 膀胱과 直腸의 TDF는 低線量率에서 124, 120이었고 高線量率에서는 98, 110으로서 高線量率의 TDF가 減少됨을 나타내고 있다.

以上과 같은 考察에서 關心點 A point에 充分한 TDF를 주면서 直腸과 膀胱의 TDF를 줄일 수 있는 分割方法, tandem의 位置 및 packing 등을 考慮하여 보다 向上된 治療方法의 開發이 要求된다.

## 論 結

子宮頸部癌 腔內照射를 받은 206名의 患者를 對象으로 寫眞記錄과 病歷을 中心으로 照射器具의 位置, 線源의 排列, 線量分布, 關心點의 線量率, 膀胱과 直腸의 損傷率 등을 低線量率과 高線量率 照射에 따라 計算 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 두 線量率 方法에 따른 腔圓蓋部の 幅測定에서 低線量率 方法은 4~7 cm 였으며 高線量率은 5~6 cm 로서 平均 6 cm 였다.

2) Tandem 의 左右傾斜 程度는 低線量率에서는 左側傾斜가 右側보다 3% 많지만 高線量率에서는 約 4배 더 많이 左側으로 기울어졌으며 두 方法間의 有意한 差異가 있었다( $p < 0.05$ ).

3) 子宮軸 前後屈 關係는 低線量率에서는 前屈이 88.2%인데 比하여 高線量率은 後屈이 98.5%로서 相互 正反對의 結果를 보였다.

4) Ovoid 位置에서 低線量率法의 境遇 97%가 子宮頸部의 上部로 位置하였고 高線量率法의 境遇 66.7%가 下部腔腔쪽으로 位置하였다.

5) 放射線 線源排列에서 低線量率은 tandem 과 ovoid 의 放射能이 各各 35對 30의 比率이 36.3%로 가

장 많고 高線量率에서는 50對 40의 線源排列이 64.8%로서 가장 많았다.

6) 低線量과 高線量 腔內照射에서 全體 子宮頸部癌의 照射線量은 外部 放射線 40 Gy를 합하여 各各 80 Gy와 70 Gy이며 TDF는 各各 141과 123으로서 低線量이 높았다.

7) 關心點 Co點과 B點의 線量은 低線量率과 高線量率 照射에서 各各 125, 52 Gy와 98, 47 Gy이고 TDF는 262, 75 및 230, 73이었다.

8) 膀胱과 直腸의 線量은 低線量率과 高線量率 照射에서 各各 70, 68 Gy와 58, 64 Gy로서 TDF는 124, 120 및 98, 110이며 損傷率은 各各 25, 30% 및 18, 23%이었다.

以上과 같은 實驗結果를 通하여 病巢에 最適 線量分布와 周圍藏器의 被曝을 減少시키기 爲한 線源의 排列과 tandem, ovoid의 位置 및 模樣을 強制的으로 變形시킬 수 있는 方法을 模索하므로서 보다 向上된 治療效果를 期待할 수 있다고 生覺된다.

## REFERENCES

- Cunningham DE: *Routine clinical estimation of rectal, rectosigmoidal and bladder dose from intracavitary brachytherapy in the treatment of cancer of the cervix. Int J Radiation oncology Vol. 7, 653-660, 1981.*
- Henschke UK: *Afterloading in intestinal and intracavitary therapy. AJR 90, 386, 1963.*
- Joslin CAF, O'Connell D, Howard N: *The treatment of uterine carcinoma using the cathetron. BJ Radiol 40, 895-904, 1967.*
- Lee KH, Kagan AR, Nussbaum H, Wollin M, Winkley JH, Norman A: *Analysis of dose, dose rate and treatment time in the production of injuries by radium treatment for cancer of the uterine cervix. BJ Radiol 49, 430-440, 1976.*
- Maruyama Yosh, van Nagell JR, Wrede DE, Coffey C, Uteley JF, Avila J: *Approaches to optimization of dose in radiation therapy of Cx. Ca. Radiology 120, 389-398, 1976.*
- O'Connell D, Joslin CA, Howard N, Ramsey NW, Inst PA, Liversage WE: *The treatment of uterine carcinoma using the cathetron. BJR 40, 882-887, 1967.*
- Pierquin B: *Brachytherapy. Worren H Green Publisher inc, 1978.*
- Pourquier, Henri, Dubois JB, Delard Rene: *Cancer of the uterine cervix: Dosimetric guidelines for prevention of late rectal and rectosigmoid complications as a result of radiotherapeutic Treatment. Int J Radiation Oncology Vol 8, 1982.*
- Paterson Ralston, Parker HM: *A dosage system for gamma ray therapy. BJ Radiol Vol. 7, 1934.*
- Santhamma AV, Das KR: *Dosimetry of cathetron applicators in intracavitary therapy. BJ Radiol 51, 507-514, 1977.*
- Tod Margaret, Meredith WJ: *Treatment of cancer of the cervix uterine-A revised "Manchester Method." BJ Radiol 26, 252-257, 1953.*
- Unal, Abdurrahman, Hamberger AD, Seski JC, Fletcher GH: *An analysis of the severe complications of irradiation of carcinoma of the uterine cervix: Treatment with intracavitary radium and parametrial irradiation: Int J Radiation oncology Vol 7, 1981.*